

**Tesis Monográfica para optar al Título de
Ingeniero Eléctrico**

Título

“Diseño de un sistema de control para instalaciones de aire acondicionado central HVAC con compresores y ventiladores en la industria Conne Dennin”.

Autores:

- Br. Beymar Saúl Macías Ramírez 2011-37693
- Br. Norlan Antonio Chávez Pavón 2011-36611

Tutor:

MSc.Ing. Ernesto Jose Lira Rocha

Managua, Febrero 2018

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	5
II.	Antecedente	7
III.	Objetivos del Estudio	8
	3.1 Objetivo General	8
	3.2 Objetivo Específico	8
IV.	Justificación	9
V.	Marco Teórico	10
5.1	Sistemas HVAC	10
5.2	Los siete procesos del aire acondicionado	12
5.3	Principales usos del aire acondicionado.	13
5.4	El sistema completo	15
5.5	Sistema central de HVAC.....	16
5.6	Sistema secundario de HVAC	17
5.7	Sistema de aire acondicionado	18
5.8	Organizaciones de la regulación y de estándares para la HVAC	18
5.9	Construcción y parámetros.	19
5.10	Industria 4.0	21
5.11	Fundamentos de control.....	23
5.12	Características de los sistemas de control automático HVAC.....	25
5.13	Métodos de control.....	25
5.14	Analógico o eléctrico.....	26
5.15	Motores eléctricos monofásicos y trifásicos.....	27
5.16	Planos Eléctricos.....	30
VI.	Metodología de Trabajo.....	32
6.1	Recopilación de la información y trabajo de campo.....	32
6.2	Análisis de datos.....	32
6.3	Análisis de problemas potenciales	33
6.4	Búsqueda en el mercado local los equipos	33
6.5	Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema	33
VII.	Simulador utilizado para el diseño	34

VIII.	Descripción del sistema propuesto	39
IX.	Conclusiones	44
X.	Bibliografía	45

LISTA DE ABREVIACIONES

HVAC	Heating, Ventilating and Air Conditioning,
Chiller	Enfriador de Agua
PTAC's	Packaged Terminal Air Conditioners
DDC	Direct Digital Control
W	Vatios
A	Amperio
Ft	<i>Feet</i> (Pie)
F	Fuerza
N	velocidad síncrona rpm
RP	Revoluciones por minuto.
VD	Variador de frecuencia
V	Voltio
P	Potencia
VCA	Voltaje de corriente alterna
°C	Grados centígrados
°F	Grados Fahrenheit
Hz	Hercio
Hp	<i>Horse Power</i> (Caballos de Potencia)
BTU	British Thermal Unit

I. Introducción

Hablar de aire acondicionado implica hablar de múltiples equipos y sistemas, los cuales se integran de diversas maneras para conformarse como una solución que brinde confort y una operación eficiente.

Dentro de la gran variedad de sistemas que pueden involucrar a un sistema de aire acondicionado se encuentran los sistemas de control, los cuales juegan uno de los papeles más importantes dentro de los sistemas de aire acondicionado gracias a los grandes adelantos tecnológicos que tenemos en la actualidad como son la digitalización y la integración electrónica.

La cual ha permitido llevar de una manera muy sencilla la operación, control y mantenimiento de múltiples equipos desde una terminal portátil hasta una estación de trabajo que supervisa la operación de todo un edificio.

El objetivo principal de esta tesis es presentar una propuesta del sistema eléctrico del control automático de ventilación, calefacción y aire acondicionado HVCA en la industria Conne Dennin, la idea es presentar un proyecto sobre la Automatización del Sistema Aire acondicionado (HVAC) para el área de Telares, diseñando y adecuando los tableros o paneles de control, que se ubicarán en los cuartos técnicos de la misma área.

Con el fin de tener un control general sobre el sistema de aire acondicionado del área de telares de la industria conne dennin, teniendo en cuenta que ya se encuentran automatizados el área de hilatura.

Dicha propuesta de automatización del sistema de aire acondicionado (HVAC), se implementara con el fin de tener un mayor control del sistema de aire acondicionado, proporcionando un sistema de supervisión por medio de la visualización de las pantallas ubicadas en cada cuarto técnico.

Además demostrar la viabilidad tanto técnica, como económica del diseño del sistema del control HVAC con materiales, partes y elementos, que podamos encontrar en el mercado nacional para así disminuir los costos de las importaciones de cada pieza y el tiempo que requiere para posteriores repuestos o mantenimientos .

La automatización del sistema de aire acondicionado generará un ahorro en el consumo de energía y en el mantenimiento de los equipos.

Así mismo con la automatización del sistema de aire acondicionado de las áreas de telares e Hilado se tiene: Control general de las áreas en cuanto al sistema de Aire Acondicionado para Visualización del funcionamiento de los equipos, detección de fallas a tiempo sabiendo la ubicación

Se plantea la propuesta del diseño de control eléctrico, tanto el diagrama de mando, como el diagrama de fuerza del HVAC de la industria Conne.

Cabe señalar que esta propuesta de proyecto se podría ejecutar en cualquier otra empresa. Además se plante un cronograma de actividades para el desarrollo de la tesis.

II. Antecedente

Los sistemas HVAC son importantes para el área Telares de las instalaciones de la empresa, cuya misión es la de recibir el producto del área de engomado y su respectivo tejido de forma más o menos continua y regular para conducirlo al área de acabado.

En la industria se han realizados mantenimientos preventivos de las distintas partes del chiller de hilado, tanto en áreas mecánicas como eléctricas. Ya que un mantenimiento es más barato que una reparación importante: Muchas cosas pueden causar un sistema de climatización se apague. Durante una inspección de rutina, un técnico será capaz de detectar señales de advertencia y realizar reparaciones menores antes de que este varado.

Actualmente la industria ha ejecutado una serie de medidas entre ellas los cambios en los diseños de accionamiento eléctrico y automatismo eléctrico de los sistemas HVAC.

Con el sistema se pretende mejorar en cuanto al control total del sistema HVAC, permitiendo así la activación y desactivación de HVAC de modo, esto genera un ahorro de energía y a la misma vez una mayor vida útil a los equipos de los sistemas.

III. Objetivos del Estudio

3.1 Objetivo General

- Diseñar el sistema eléctrico del control automático de un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado HVCA en la industria Conne Dennin

3.2 Objetivo Específico

- Estudiar la teoría sobre lo sistema de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado así como lo procesos que lo conforman.
- Diseñar la propuesta de planos eléctricos y esquemas eléctricos del sistema HVAC.
- Utilizar el software CADE_Simu para el diseño del sistema eléctrico HVAC.
- Estudiar los elementos de control y protección de sistemas eléctricos automatizados
- Estudiar los elementos de Monitoreo y Sensado de un sistema HVAC.

IV. Justificación

Los sistemas de control en equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC – Heating, Ventilating and Air Conditioning por sus siglas en inglés) ofrecen una línea muy amplia de aplicaciones, cientos de compañías ofrecen controladores rápidos, compactos y versátiles pero desafortunadamente solo pueden comunicarse entre ellos mismos, esto los hace conocerse como protocolos propietarios, donde cada fabricante desarrolla sobre esta plataforma propia software y Hardware e interfaces de usuario que permiten visualizar este protocolo propietario.

Para los usuarios esto ha sido un dilema ya que buscan un sistema de control integrado que sea versátil, adaptable, económico y capaz de inter operar con otros sistemas de tal forma que no tengan que depender de una sola marca o fabricante.

Se buscan establecer un diseño estándar de control que permita a todos los fabricantes ser más flexible entre si y hablar el mismo lenguaje. Esto da como resultado un beneficio mayor que es la interoperabilidad, donde no solo el equipo HVAC de diferentes fabricantes puede hablar el mismo lenguaje sino otros subsistemas como el control de acceso.

Este trabajo pretende colaborar ofreciendo un control universal para cajas VAV en sistemas HVAC que permitirá que sea más sencillo y rápido de diseñar e implementar en campo así como más económico al usuario final.

Se benefician los estudiantes y profesores ya que el resultado del proyecto una vez desarrollado, puede ser el punto de partida para un próximo trabajo de tesis.

V. Marco Teórico

5.1 Sistemas HVAC

Un sistema **HVAC** es un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC, por sus siglas en inglés de Heating, Ventilating and Air Conditioning). Se trata de un conjunto de métodos y técnicas que estudian y trabajan sobre el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, calidad, movimiento, entre otras variables.

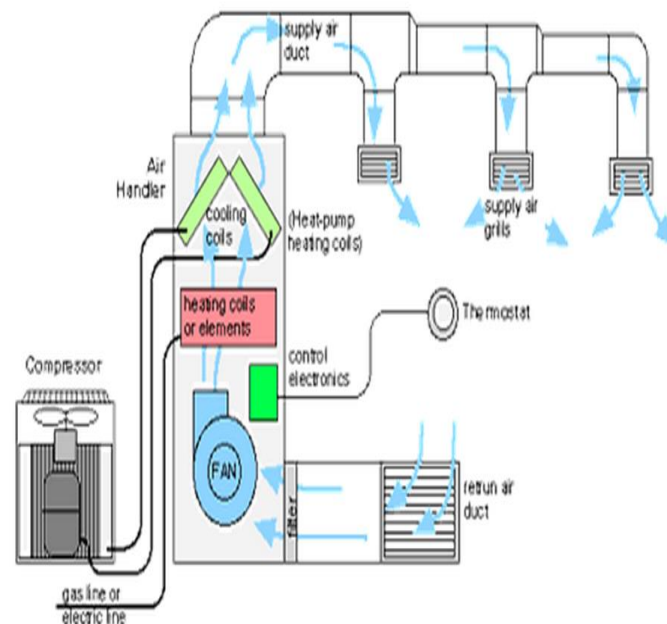
HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning). Consiste en un sistema de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado, que engloba el conjunto de métodos y técnicas que estudian y analizan el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento, (des)humidificación, calidad, movimiento, entre otros. El sistema HVAC refiere al control del clima, un factor importante en la automatización de Edificios y/o procesos. La siguiente figura muestra unidades HVAC de gran tamaño para aplicaciones industriales.



La finalidad de un sistema HVAC, es proporcionar una corriente de aire, calefacción y enfriamiento adecuado a cada área; manteniendo de forma fiable los valores requeridos de temperatura, humedad del aire y calidad del aire, con independencia de las fluctuaciones en el ambiente (zonas adyacentes, exteriores).

La correcta selección y diseño, mejoras de sistemas existentes y mantenimiento de equipos de HVAC es crítica debido a que los sistemas HVAC impactan directamente en: **Calidad de aire interior, Consumo de Energía e Impacto Medioambiental.**

La figura muestra la circulación del aire .



5.2 Los siete procesos del aire acondicionado

Los siete principales procesos de los sistemas de aire acondicionado son: calefacción, enfriamiento, humidificación, des humidificación, limpieza, ventilación y movimiento del aire, los cuales se definen a continuación: En la siguiente grafica veremos los siete procesos de aire acondicionado.

-**El calentamiento** es el proceso de adición de energía térmica (calor) al aire en el espacio acondicionado para los propósitos de elevación o mantenimiento de la temperatura del aire.

- **El enfriamiento** es el proceso de remoción de energía térmica (calor) del aire en el espacio acondicionado para los propósitos de disminución o mantenimiento de la temperatura del aire.

- **La humidificación** es el proceso de adición de vapor de agua (humedad) al aire en el espacio acondicionado para los propósitos de elevación o mantenimiento del contenido de humedad del aire.

- **La des humidificación** es el proceso de remoción de vapor de agua (humedad) del aire en el espacio acondicionado para los propósitos de disminución o mantenimiento del contenido de humedad en el aire.

- **La limpieza** es el proceso de remoción de partículas y sustancias biológicas contaminantes del aire en el espacio acondicionado para propósitos de depuración o mantenimiento de la calidad del aire.

- **La ventilación** es el proceso de intercambio de aire entre el espacio exterior y el espacio acondicionado con el propósito de diluir contaminantes gaseosos en el aire (interior) y mejorar o mantener la calidad, composición y frescura del aire acondicionado.

- **El movimiento del aire** es el proceso de circulación y mezcla del aire a través de espacios acondicionados en el edificio para los propósitos de lograr una ventilación apropiada y facilitar la transferencia de energía térmica, humidificación o deshumidificación así como los procesos de limpieza.

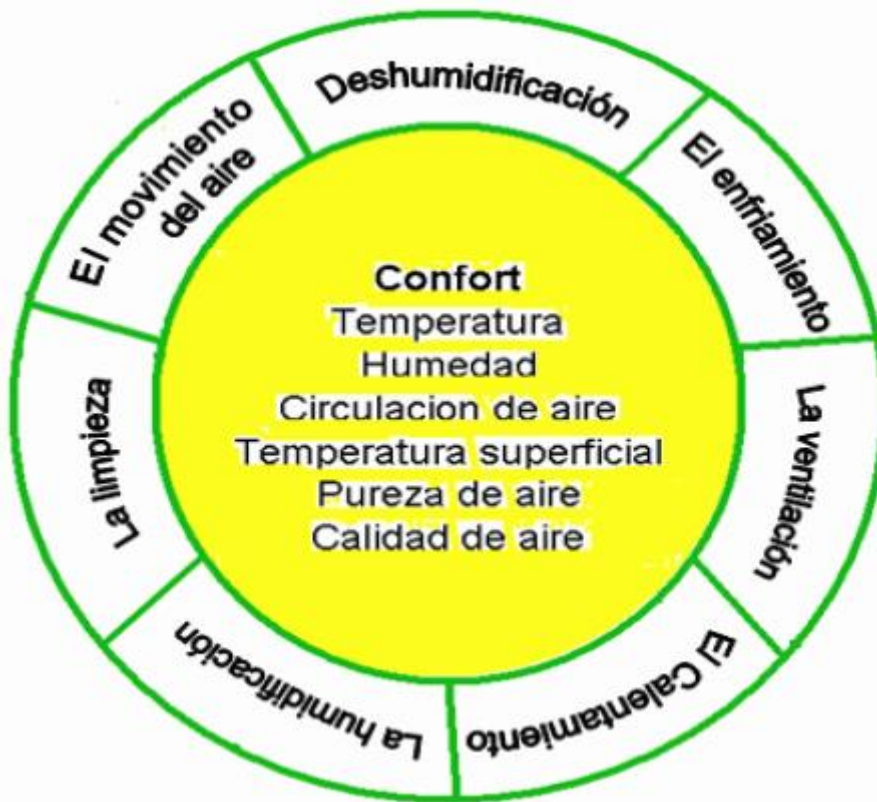


Figura: Los siete procesos del aire acondicionado.

5.3 Principales usos del aire acondicionado.

El manual de ASHRAE de 1995 –Aplicaciones de HVAC- contiene los diversos usos del aire acondicionado, los cuales se mencionan a continuación para mostrar su versatilidad hoy en día.

Acondicionamiento de aire para confort.

- Residencias.
- Tiendas de Autoservicio.
- Edificios comerciales y públicos.
- Lugares de asamblea.
- Instalaciones domiciliarias.
- Instalaciones educativas.
- Instalaciones de salud.
- Transportación terrestre.
- Aeronaves.
- Transportación marítima.

Aire acondicionado y ventilación industrial o especializada.

- Aire acondicionado industrial.
- Instalaciones vehiculares cerradas.
- Sistemas de laboratorio.
- Instalaciones para prueba de maquinaria.
- Espacios limpios.
- Áreas de sistemas para procesamiento de datos (SAET).
- Imprentas.
- Industria textil.
- Materiales fotográficos.
- Control ambiental para animales y plantas.
- Secado y almacenaje de cosechas.
- Industria maderera y de productos de papel.
- Instalaciones nucleares.
- Ventilación del ambiente industrial.
- Ventilación de minas
- Sistemas de extracción industrial.
- Sistemas para secado industrial.
- Ventilación de cocinas.

5.4 El sistema completo

Un sistema completo de HVAC incluye elementos primarios, secundarios y de control. Como la siguiente Figura, el equipo primario está localizado centralmente y el sistema secundario efectúa el trabajo de acondicionamiento donde se necesita. El control se ubica en diferentes áreas que por lo general se colocan dentro de las zonas a acondicionar y en el sistema secundario.

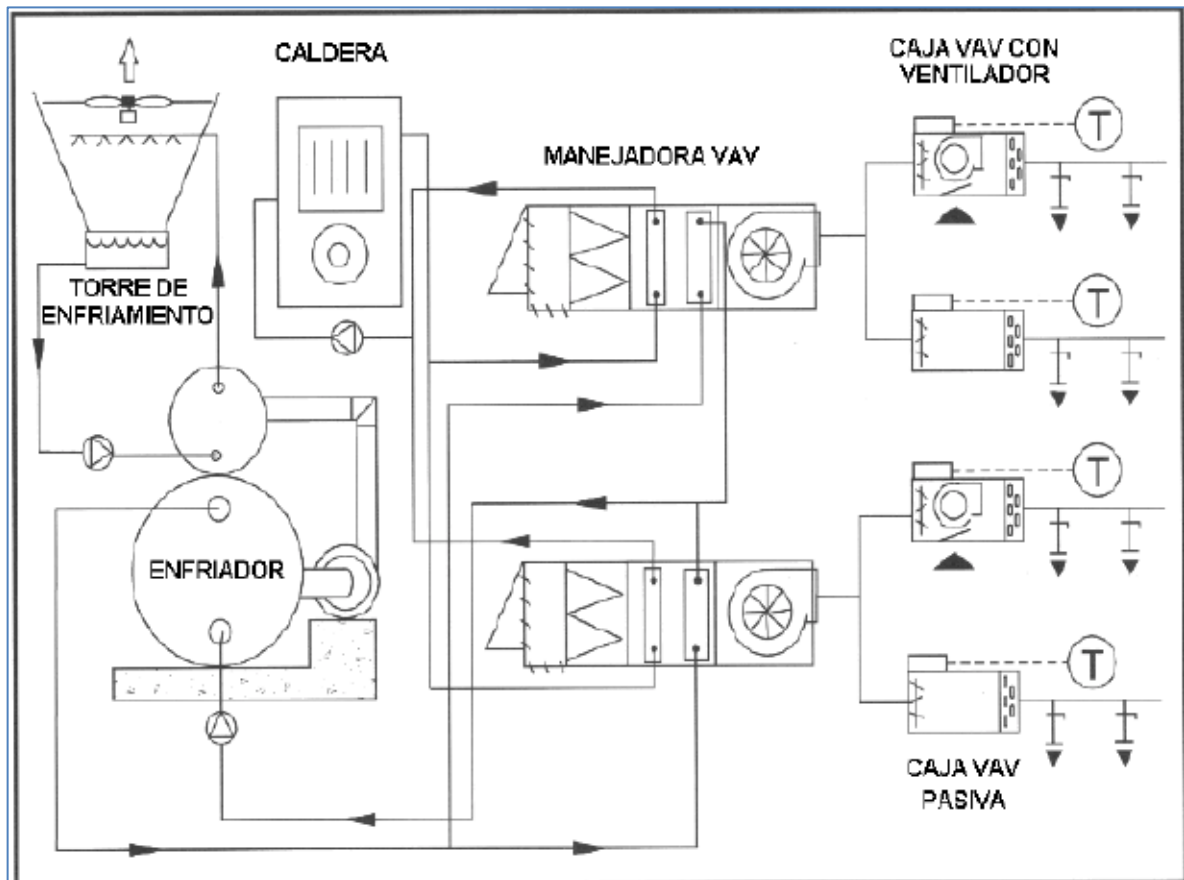


Figura: muestra a los principales elementos de un sistema comercial de aire acondicionado.

En el siguiente esquema, la figura muestra el sistema general que por lo general tiene medios para calentar, enfriar, humidificar, deshumidificar, purificar y distribuir aire a los diversos espacios acondicionados de una zona; también cuenta con los medios para introducir aire del exterior y para expulsarlo, así como para filtrar los diferentes caudales de aire que maneja.

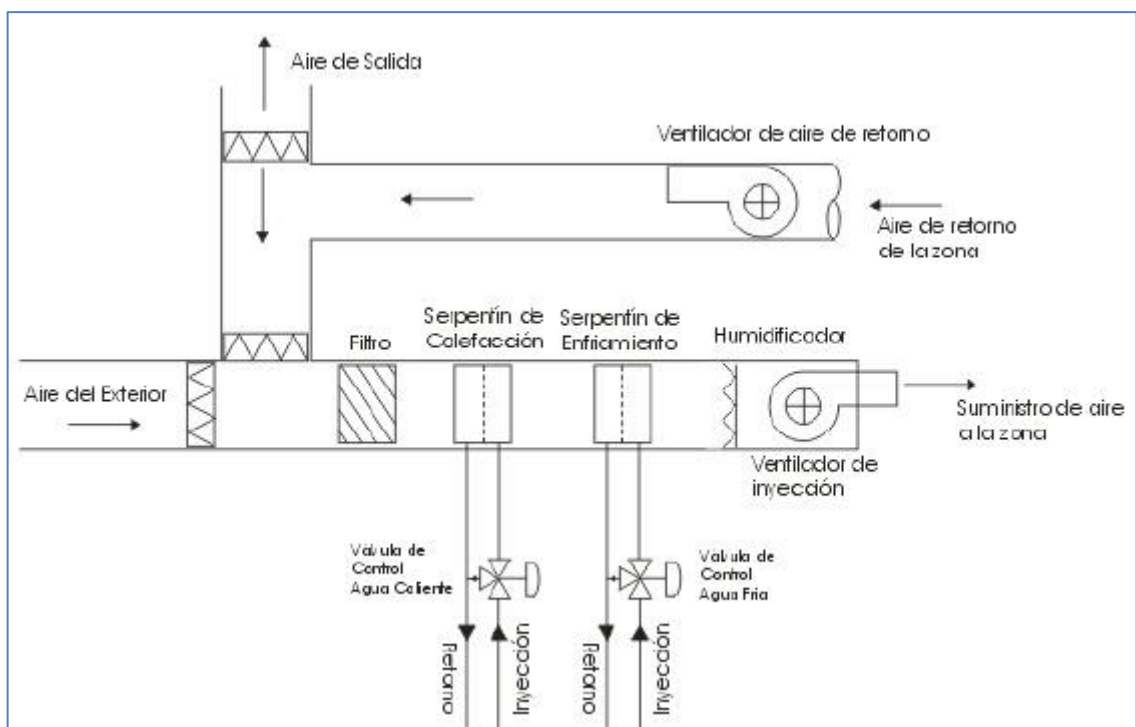


Figura: muestra a los principales elementos de una unidad paquete o manejadora para distribuir aire.

5.5 Sistema central de HVAC

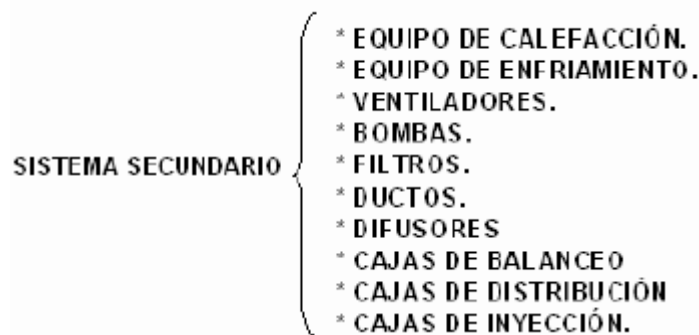
Un sistema central consta de un equipo primario, compuesto por enfriadores y/o calentadores que están centralizados. El equipo primario se ubica comúnmente fuera del espacio acondicionado, en un sótano, azotea o en un área de servicio.

ENFRIADORES	CALENTADORES
<ul style="list-style-type: none"> * ENFRIADORES DE AGUA * TORRES DE ENFRIAMIENTO 	<ul style="list-style-type: none"> * CALDERAS * SISTEMAS DE COMBUSTION * GENERADORES DE VAPOR * RESISTENCIAS ELECTRICAS

5.6 Sistema secundario de HVAC

El sistema secundario, que se integra por un equipo de calefacción (serpentín de agua caliente, resistencia eléctrica) y/o enfriamiento (serpentín de agua fría), ventiladores, filtros, bombas, ductos, difusores, extractores y cajas VAV, efectúan el trabajo de acondicionamiento donde se necesita. Al sistema secundario, generalmente se le denomina sistema de aire acondicionado y distribución.

El equipo secundario puede instalarse ya sea dentro del área acondicionada (si el espacio lo permita) o bien, un área adyacente al equipo primario de calefacción o refrigeración o bien, ubicarse a una distancia alejada de la circulación del refrigerante, agua fría, agua caliente, vapor o electricidad que proporciona transferencia de energía.



Nota: Para el desarrollo de este trabajo, enfocamos nuestra atención a los sistemas de control, en especial a las cajas de control de VAV en los sistemas de aire.

Una industria grande o con diferentes funciones, puede dividirse en zonas. Una zona es un espacio acondicionado bajo el control de un solo termostato. Un termostato es un aparato de control que mide la temperatura en el espacio acondicionado, compara esa temperatura contra la temperatura deseada, y envía una señal de control al sistema de aire acondicionado (válvulas de control para serpentín de agua fría, válvulas de control para serpentín de agua caliente,

Actuadores para compuertas de inyección, Actuadores para compuertas VAV, etc.) para responder en forma adecuada. En los casos en que la humedad sea un parámetro importante, el termostato puede utilizarse junto con un humidostato para proporcionar un control más efectivo de la humedad para las condiciones de confort en la zona a acondicionar.

5.7 Sistema de aire acondicionado

Se puede definir un sistema de aire acondicionado como un conjunto de equipos y elementos que tienen como objeto suministrar condiciones de confort en un determinado lugar a las personas que lo habitan, en el caso industrial.

El objeto es mantener los equipos dentro de un cuarto de control en estado de humedad y temperatura óptimo para su correcto funcionamiento y por ende evitar el deterioro de los metales por corrosión. Al automatizar el sistema de aire acondicionado se disminuye los gastos de mantenimiento y ahorro de energía. El sistema de Aire Acondicionado es monitoreado por medio de sensores de llenado, sensores de presión diferencial en Bombas, Sensores de flujo, Sensores de gases de CO₂, sensores de gases tóxicos, inflamables, y demás según se requieran.

5.8 Organizaciones de la regulación y de estándares para la HVAC

ASHRAE: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning. Sociedad americana de la calefacción, de la refrigeración y de ingenieros del aire acondicionado. [2]

SMACNA: sheet metal and air conditioning contractors' national association

ACCA: *Association of Chartered Certified Accountants*

AMCA: *Air Movement and Control Association*

Código mecánico uniforme. [4]

Código mecánico internacional.

5.9 Construcción y parámetros.

El proceso de instalación y adecuación de los paneles de control para servicios y equipos electromecánicos como ventilación, aire acondicionado y equipo de bombeo, dependiendo de los requerimientos del proceso y del cliente se encuentra por distintos elementos, como;

a) Componentes internos de los paneles de control. Los diferentes componentes que utilizan los paneles para la operación del sistema de aire acondicionado:

- Contactores
- Disyuntores monopolares
- Disyuntores Bipolares
- Totalizadores
- Borneras
- Borneras tierra
- Pulsadores, luces piloto.
- Relés
- Switches de corriente
- Controladora / PLC
- Módulos entradas y salidas
- Modulo de comunicación
- Fuente de Alimentación
- Barrajes
- Canaletas
- Cables o conductores
- Pantallas de monitoreo y control.

b) Elementos de Monitoreo y Sensado.

➤ **Sensores e Indicadores.** Los sensores son dispositivos que miden magnitudes físicas o químicas, transforman las variables de instrumentación (temperatura, intensidad lumínica, presión, humedad, pH) en variables eléctricas. En base a esto se realiza el control de estas variables por medio del PLC para controlar los elementos finales de control.

➤ **Indicadores.** Los manómetros son instrumentos empleados en la medición de la presión de fluidos. Este actúa midiendo la diferencia de la presión “fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o gas perpendicularmente a dicha superficie. (Atm)”, entre el fluido y la presión local. [18]

c) Elementos finales de control para sistemas HVAC y enfriamiento Industrial. Son los elementos manipulados por la controladora, para ejecutar una acción definida en la programación (encendido/apagado, apertura/cierre de válvulas).

- Equipos para control de gases , sistemas de filtración de polvos filtración química
- Manejadora, equipos Fan-coil, condensador.
- Sistema de Presurización Sistemas de Soporte para Aplicaciones de Misión Crítica. UPS y aire Acondicionado de Precisión.
- Equipos de Bombeo. [21]
- Válvulas de fluido, válvulas de 2 vías.(válvulas motorizadas para agua)



5.10 Industria 4.0

Un elemento clave de Industria 4.0 es la capacidad para obtener y procesar datos mediante sensores y dispositivos inteligentes integrados en máquinas o procesos. Esos datos se convierten en información útil para diversas aplicaciones, como diagnósticos predictivos, optimización de procesos e integración máquina a máquina.

- Nuestras soluciones de motores y accionamientos inteligentes desempeñan un papel fundamental en la recopilación de información en la primera línea del proceso:
- Nuestros accionamientos y motores facilitan un aprovechamiento más inteligente de la energía mediante la medición y la optimización del consumo.
- Nuestros accionamientos suelen conectarse a sensores externos críticos para el proceso, como los de flujo, temperatura y posición.
- Los accionamientos también generan información crucial para el proceso, como velocidad, par, corriente y temperatura.
- Los encoders proporcionan datos que permiten configurar automáticamente los accionamientos y medir la velocidad, posición y vibración de los motores. Al mismo tiempo, los accionamientos registran los datos aportados por las sondas de temperatura del motor.
- La posibilidad de usar tarjetas de memoria SD fomenta la incorporación masiva y eficaz de datos.
- El control integrado mediante programación estándar facilita la toma rápida de decisiones específicas.
- La compatibilidad con todos los principales protocolos industriales en base Ethernet ofrece comunicación sencilla y abierta dentro de toda la fábrica.
- Nuestros sistemas de motores y accionamientos pueden comunicarse por Internet o dentro de una red mundial privada para supervisión y diagnóstico remotos

Industria 4.0 consiste en tener las máquinas totalmente conectadas de manera que todos los sensores compartan todos los datos constantemente para optimizar y aumentar la producción.

Nuestra tecnología funciona como un núcleo de recopilación de datos para aprovechar toda la información de los sensores de componentes existentes. Ello permite el mantenimiento predictivo y la optimización de la maquinaria. También es posible analizar los datos para mejorar el diseño de futuras máquinas.

La conectividad continua permite reconfigurar los modelos de negocio mediante el uso de Big Data. Por ejemplo, se puede cobrar a los clientes por unidad producida en vez de por el precio de la máquina y reducir los costes de servicio mediante la asistencia remota.

El concepto Industria 4.0 también sirve para facilitar la personalización masiva. Los fabricantes de automóviles e impresoras fotográficas son ejemplos de empresas que ofrecen personalización masiva, como configuración específica de álbumes fotográficos o equipamiento de vehículos nuevos.

La generalización de la impresión en 3D ampliará las posibilidades a combinaciones prácticamente infinitas.

5.11 Fundamentos de control

Un moderno punto de vista de los sistemas de control es aquel que emplea retroalimentación para controlar un sistema sin importar los disturbios externos. Los sistemas de control hacen que otros sistemas hagan lo que nosotros deseamos que hagan, sin que nosotros tengamos que hacer todo el trabajo.

Esta es la razón por la que los sistemas de control son empleados alrededor de nosotros en la tecnología moderna.

Estos tienen una gran variedad de aplicaciones en una infinidad de campos, que sin ellos, muchos de los avances tecnológicos actuales no serían posibles. Sistemas de control son encontrados en nuestras casas, autos, fábricas, telecomunicaciones, medicina, transporte, en el área militar y sistemas aeroespaciales por mencionar solo algunos.

¿Qué es control?

Un Sistema de Control es una interconexión de componentes con el objetivo de proporcionar una respuesta deseada del sistema. La base para el análisis de un sistema es el fundamento proporcionado por la teoría de los sistemas lineales, la cual supone una relación de causa-efecto para los componentes de un sistema. Por tanto, un componente o proceso que vaya a ser controlado puede ser representado mediante un bloque como el de la figura

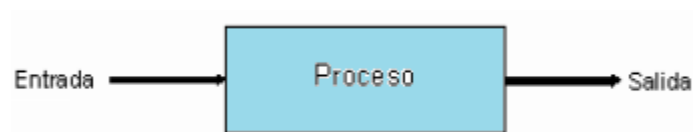


Figura: Proceso a controlar

Un sistema de control por medios automáticos en vez de humanos se conoce generalmente como automatización. La automatización es frecuente en las industrias química, automotriz, textil, papelería y siderúrgica, entre otras. Las máquinas automáticas se usan para aumentar la producción de una planta por trabajador, a fin de compensar los salarios crecientes y los costos inflacionarios. Por ésta razón, las industrias están interesadas en la productividad de sus plantas por trabajador.

En la actualidad, así como en la industria, encontramos edificios totalmente automatizados en los cuales su operación es muy confortable, eficiente y segura.

El control automático propiamente aplicado asegura que el correcto diseño del sistema HVAC mantenga un ambiente confortable bajo un amplio rango de las condiciones de operación muy económico. Los controles automáticos regulan las salidas del sistema HVAC en respuesta a la variación de las condiciones internas y externas para mantener las condiciones generales de confort en áreas de oficina y unos reducidos límites de humedad y temperatura en áreas de producción de productos de calidad.

Los controles automáticos optimizan la operación de los sistemas HVAC. Ellos pueden ajustar temperaturas y presiones automáticamente para reducir la demanda cuando las áreas se encuentran desocupadas y regular la refrigeración y calefacción para proveer condiciones de confort, limitando así el uso de la energía.

Los controles de límites proporcionan una operación segura de los equipos HVAC y prevén daños al personal y al sistema. Algunos ejemplos de controles de límite son: controladores de bajo límite de temperatura los cuales ayudan a prevenir congelamiento en serpentines de agua o intercambiadores de calor, sensores de flujo de agua que aseguran la operación de equipos como enfriadores, bombas, etc. y sensores de flujo de aire para asegurar la operación de un ventilador.

En caso de condiciones de incendio, la distribución del aire controlado permitirá la libre evacuación del humo y la detección de humo en ductos de aire podrán cerrar las compuertas para prevenir que se extiendan el humo y los gases tóxicos.

5.12 Características de los sistemas de control automático HVAC

Los controles automáticos son utilizados donde quiera que una condición variable deba ser controlada. En Sistemas de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado (HVAC), las condiciones más comúnmente controladas son: temperatura, humedad, presión y flujo. Las aplicaciones de Sistemas de Control Automático van desde una simple regulación de temperatura residencial hasta el control de procesos industriales.

5.13 Métodos de control.

La forma más básica de control de un sistema de volumen constante es a través de un termostato el cual puede ser analógico o digital este contiene un sensor de temperatura de espacio y un ajuste de temperatura para frío y calor (set-point) el cual es la banda de control donde operará la unidad una vez saliendo de estos puntos por arriba el termostato enviara un pulso para arrancar la etapa de enfriamiento y si baja del límite inferior mandará activar la calefacción.

Al sistema de volumen constante (CV) se le conoce también como sistema de volumen constante y temperatura variable. Este sistema envía un flujo de volumen constante de aire al espacio a acondicionar y, para mantener la temperatura de espacio requerida a todas las condiciones de carga, se varía la temperatura del aire a suministrar. En este ejemplo, la temperatura del aire es variada al controlar la capacidad del serpentín de enfriamiento central mediante una Válvula de Control de Agua Helada.

5.14 Analógico o eléctrico

El control analógico es un control de tipo proporcional esto es que se varia en una proporción a la lectura de la variable en este caso el sensor de temperatura de espacio, de esta manera la caja VAV abre o cierra en función del punto de ajuste para mantener la temperatura deseada en la zona. La señal es totalmente eléctrica y no hay mayor comunicación, fue uno de los primeros controles en implementarse



- Requerimientos para un sistema de control analógico o eléctrico

Un sistema de control eléctrico requiere lo siguiente:

- 1) Una secuencia de control de operación fija o predeterminada.
- 2) Todas las condiciones que son medidas son vistas como un resultado entre dos posibles valores aceptable o no aceptable sin términos medios.
- 3) Los actuadores de control para las compuertas son de dos posiciones o de punto flotante para proveer modulación. El arranque y paro de los equipos es realizado con relevadores de control de voltaje que se encargan de conmutar los circuitos arrancadores de potencia o los motores arrancadores de los dispositivos.
- 4) La lógica de control es cableada dentro del circuito eléctrico de control y se representa en un diagrama de escalera. Estos son físicamente cableados desde el equipo hasta el dispositivo a controlar.
- 5) La fuente típica de alimentación para un sistema de control eléctrico es el voltaje de línea suministrado al equipo, si este voltaje fuera muy alto entonces se emplean transformadores de reducción para llevarlo a 24 o 120 VAC.
- 6) El operador, el técnico o el propietario del sistema realiza el monitoreo de este a través de luces indicadoras, manómetros y sistemas de alarmas. Con lo cual se restringe las posibilidades de modificar las variables del sistema de control eléctrico.

Los sistemas de control eléctrico siguen prevaleciendo en la industria debido a su simpleza y seguridad además son muy fáciles de instalar y de solucionar cuando presentan las fallas. El costo de implementación en cajas VAV es de los más bajos.

5.15 Motores eléctricos monofásicos y trifásicos

Los compresores de refrigeración y la mayor parte de los demás equipos del circuito, como bombas y ventiladores, son movidos por motores de corriente alterna (CA). Los motores de corriente directa (CD), se usan ocasionalmente en lugares apartados donde se dispone solamente de corriente directa.

Para los motores de corriente directa, su principal aplicación tiene lugar en los dispositivos de control de operación, en donde se utilizan modelos pequeños especiales.

La ventaja de los motores de corriente directa, es que se puede ajustar la velocidad de trabajo solamente con ajustar la tensión eléctrica. Sin embargo, estos motores tienen un diseño más complejo, pues requieren de partes fijas como cepillos para transferir la energía a sus partes móviles, y de un conmutador para invertir la corriente constantemente, los cuales se desgastan constantemente por acción de la fricción.

A diferencia de un motor de corriente directa, los motores de corriente alterna son más baratos de fabricar, funcionan a velocidades fijas y son compatibles con la mayor parte de equipos que cuentan con una fuente de alimentación de corriente alterna. En este capítulo, sólo se describirá los motores de corriente alterna, por su mayor uso en la refrigeración industrial.

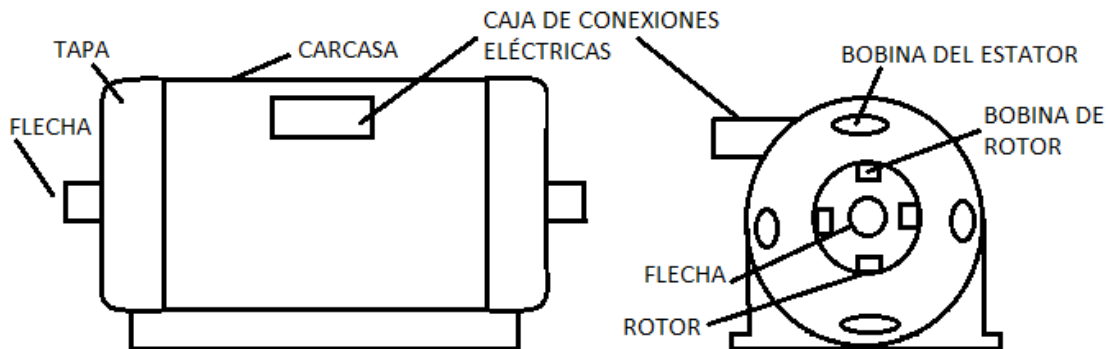
➤ Tipos de motores

Los motores de corriente alterna se clasifican como monofásicos o polifásicos (de fase múltiple), también como herméticos o no herméticos. Los motores monofásicos se construyen para utilizar una fuente de corriente monofásica; la mayor parte de los motores polifásicos son trifásicos, y se diseñan para utilizar corriente trifásica.

Los motores herméticos, por lo general, tienen su carcasa sellada y una vez culmina su vida útil se desechan; por lo general se utilizan en refrigeradores.

Los del tipo no hermético, son los de mayor uso en la refrigeración industrial, su carcasa no está sellada y puede repararse en dado caso lo amerite la ocasión. En la Figura 9, se ilustra las partes más importantes de un motor de corriente alterna.

Figura: Componentes básicos de un motor de corriente alterna



➤ Motores Monofásicos

Los motores monofásicos se construyen por lo común para ser utilizados con corriente de 110 V ó 220 V, y son operados en una frecuencia de 60 Hz. Un motor eléctrico opera bajo el principio de convertir energía eléctrica en energía mecánica, producida en forma de rotación.

Se construyen para ser alimentados con sólo una fase y existen varios tipos que se diferencian según el modo de arranque. Los de mayor uso son los siguientes:

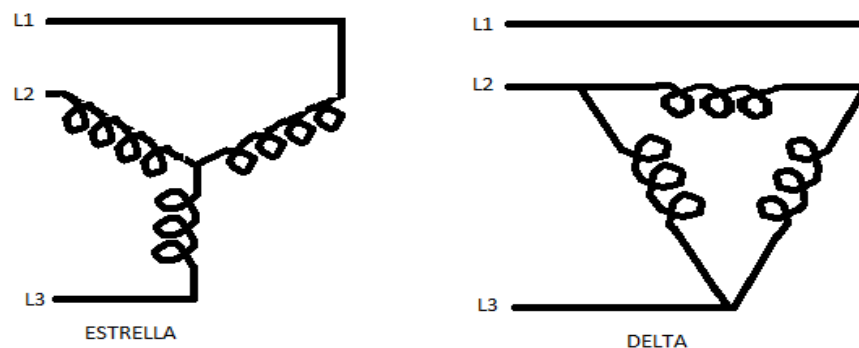
- Fase dividida: tienen un bajo par de arranque y una eficiencia Relativamente baja. Se utilizan en refrigeradores domésticos equipados con tubo capilar.
- Fase dividida y capacitor permanente: se utilizan en unidades pequeñas y comerciales de aire acondicionado, donde no se requiera un par de arranque alto, pero se busca una buena eficiencia.

-
- Arranque por capacitor: se utiliza para desconectar el circuito de arranque cuando el motor alcanza su velocidad de operación.
 - Trabajo por capacitor: es utilizado para obtener un alto par de arranque y una buena eficiencia del motor.

➤ Motores Trifásicos

Operan con el mismo principio que el de los motores monofásicos, sin embargo como cada una de las fases está separada 120° , existe un par de arranque y no se necesitan dispositivos para el arranque. El motor trifásico puede estar embobinado ya sea en estrella o en delta, dependiendo del voltaje en servicio. Como se muestra en la Figura

Figura: Arreglos de los embobinados en los motores trifásicos



Los motores de mayor uso en arreglos trifásicos, se pueden mencionar los siguientes:

- Motor de rotor devanado: se utiliza ocasionalmente para mover compresores de gran tamaño, cuando se necesita variar la capacidad de éstos mediante la variación de la velocidad.

- Motor síncrono: se utiliza ocasionalmente para mover compresores de gran tamaño, cuando se necesita variar la capacidad de estos, mediante la variación de velocidad. Sistema de soplado.

5.16 Planos Eléctricos

La sistematización y clasificación de los planos eléctricos facilita el estudio y la diferenciación de los mismos.

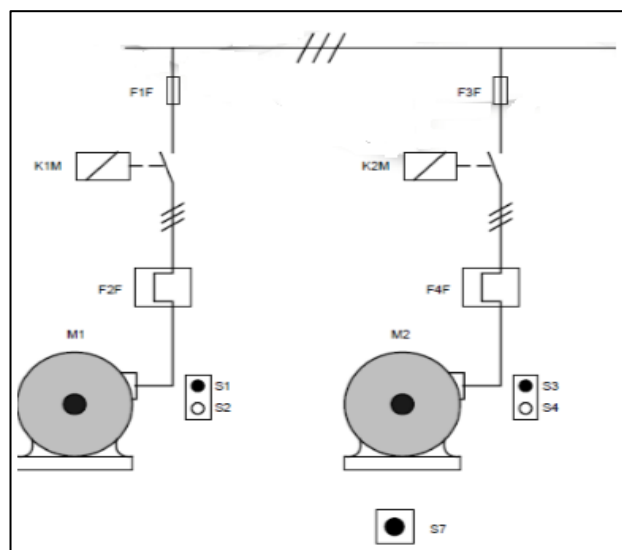
Por principio, los planos, los diagramas y los esquemas eléctricos se dibujan en estado de reposo. Esto significa que se dibujan sin tensión aplicada o bien sin que circule la corriente y las piezas mecánicas sin accionar

Tipos básicos de planos:

- Plano general.
- De funcionamiento.
- De circuitos.

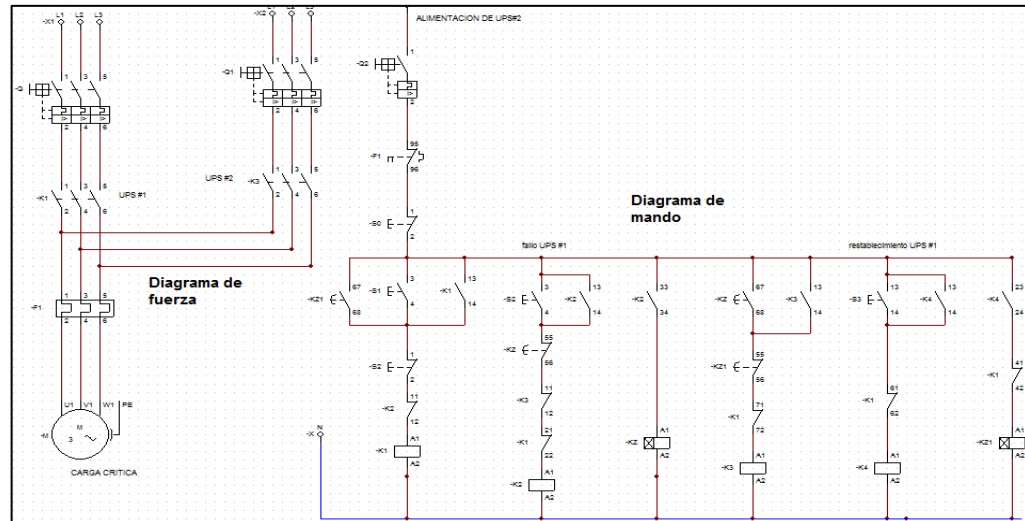
Plano general

Esta es la presentación más simple, por lo general unipolar o unifilar.



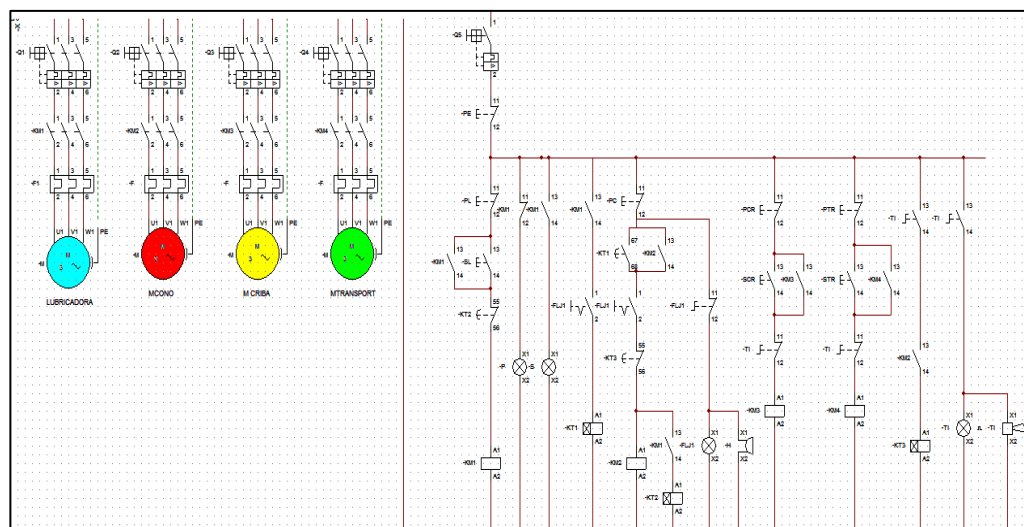
Plano de funcionamiento

Este plano es la presentación detallada en un solo plano de los circuitos principal y de mando de una conexión eléctrica.



Plano de circuitos

Este plano es el más usado actualmente en la electrotecnia para la presentación de una conexión. Se divide en circuito principal o de potencia y en circuito auxiliar o de mando (circuito de mando y señalización).



NOTA: El circuito de mando se dibuja a la derecha del diagrama de fuerza.

VI. Metodología de Trabajo

En esta metodología se hace un análisis del trabajo de los sistemas HVAC utilizada en la industria, sus diseños y características de los elementos constructivos , así como los recursos que necesita la empresa para la implementación del nuevo sistema de automatización en el sistema HVAC, criterios que se tienen que considerar para poder ser aplicados.

6.1 Recopilación de la información y trabajo de campo

El objetivo es identificar los aspectos que permiten medir cada proceso, recopilar y clasificar los datos que afectan el buen funcionamiento del sistema de ventilación.

Uno de los primeros pasos que debe considerar en su instalación antes de actualizar su sistema de calefacción o enfriamiento es el de reducir su carga (es decir, cuánta calefacción y enfriamiento utiliza).

Reducir la carga de su instalación permite que los sistemas existentes operen menos frecuentemente y que los nuevos sistemas se diseñen en un tamaño menor, disminuyendo así los costos operativos. Algunas estrategias comunes para reducir la carga incluyen: sobre el sistema. Éxito como por ejemplo controlar" el exterior de su edificio y añadir aislación adicional para reducir las pérdidas.

6.2 Análisis de datos

Una vez que la información ha sido recopilada en los pasos anteriores del estudio, la información deberá ser capturada y ordenada para proceder a su análisis, datos como:

- Funcionamiento del actual mecanismo.
- Elementos de seguridad y protección

-
- Gobierno del sistema

Con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad para mejorar el proceso que ofrezca el cambio de sistema de arranque y gobierno.

6.3 Análisis de problemas potenciales

Identificar cualquier problema potencial para adelantarnos a la falla y darle la solución más adecuada para evitar posibles paradas de planta innecesarias.

Realizar un diagrama de esfuerzos, que permita ver hacia dónde va el proceso, si está mejorando o empeorando

6.4 Búsqueda en el mercado local los equipos

De acuerdo a la teoría desarrollada y a las necesidades que presente la planta se necesita la búsqueda empresas distribuidoras de elementos de control y protección para la evaluación de las propuestas, en cuanto a los siguientes aspectos:

- Soporte técnico
- Instalación del equipo
- Capacitación del personal en manejo, operación
- Costo

6.5 Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema

El paso final es el de preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones del estudio del uso e implementación del nuevo sistema de automatización del sistema transportador Pallets, haciendo énfasis en las oportunidades de la mejora de los procesos e incluso ahorro de energía.

VII. Simulador utilizado para el diseño

CADe-SIMU es un programa de edición y simulación de esquemas de automatismos eléctricos. No tiene instalador, se trata de un archivo en formato .ZIP que debe descomprimirse en cualquier carpeta y haciendo doble clic en el ejecutable, basta para que funcione. Además solicita una clave de acceso.

Los nuevos diseños eléctricos elaborados se guardan por defecto con la extensión .CAD, debemos siempre ejecutar el programa y después abrir el archivo que deseamos editar, no utilizar el doble clic sobre el archivo.

Interfaz del Programa CADe-SIMU

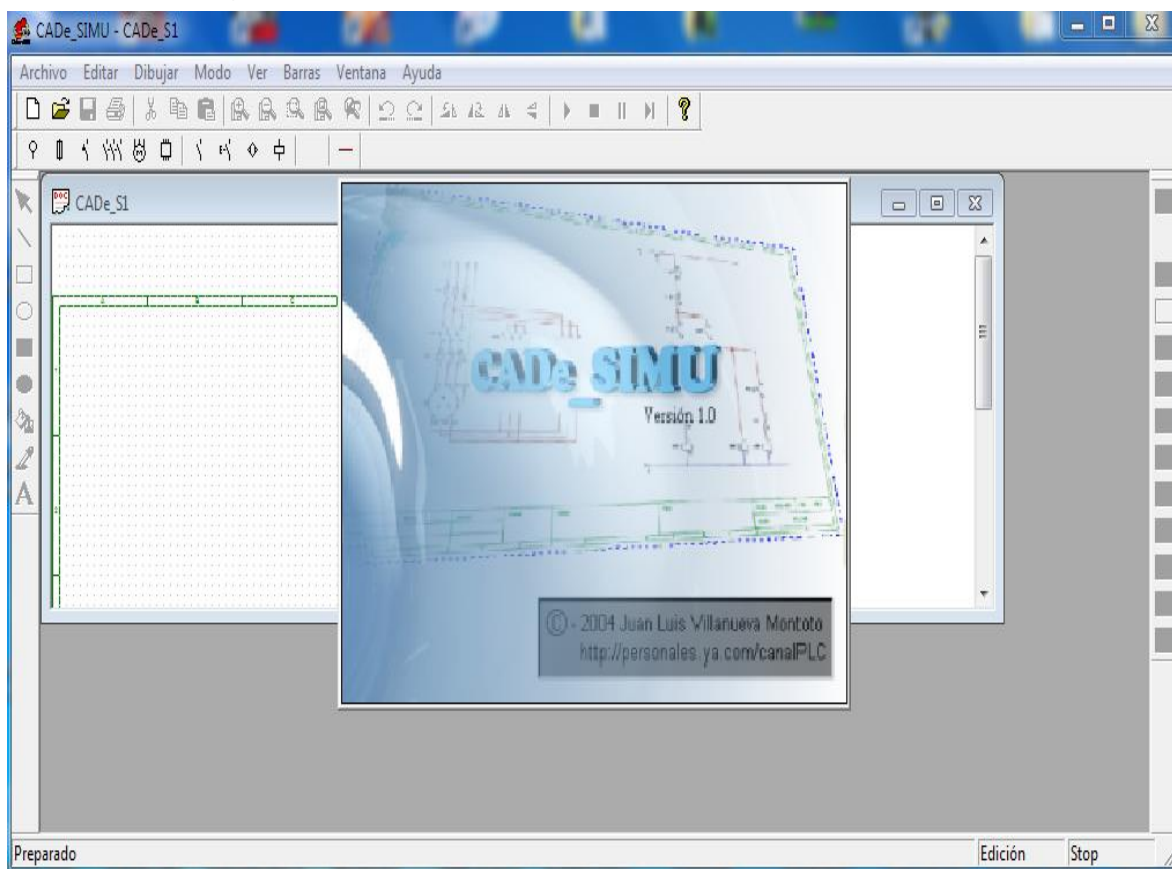
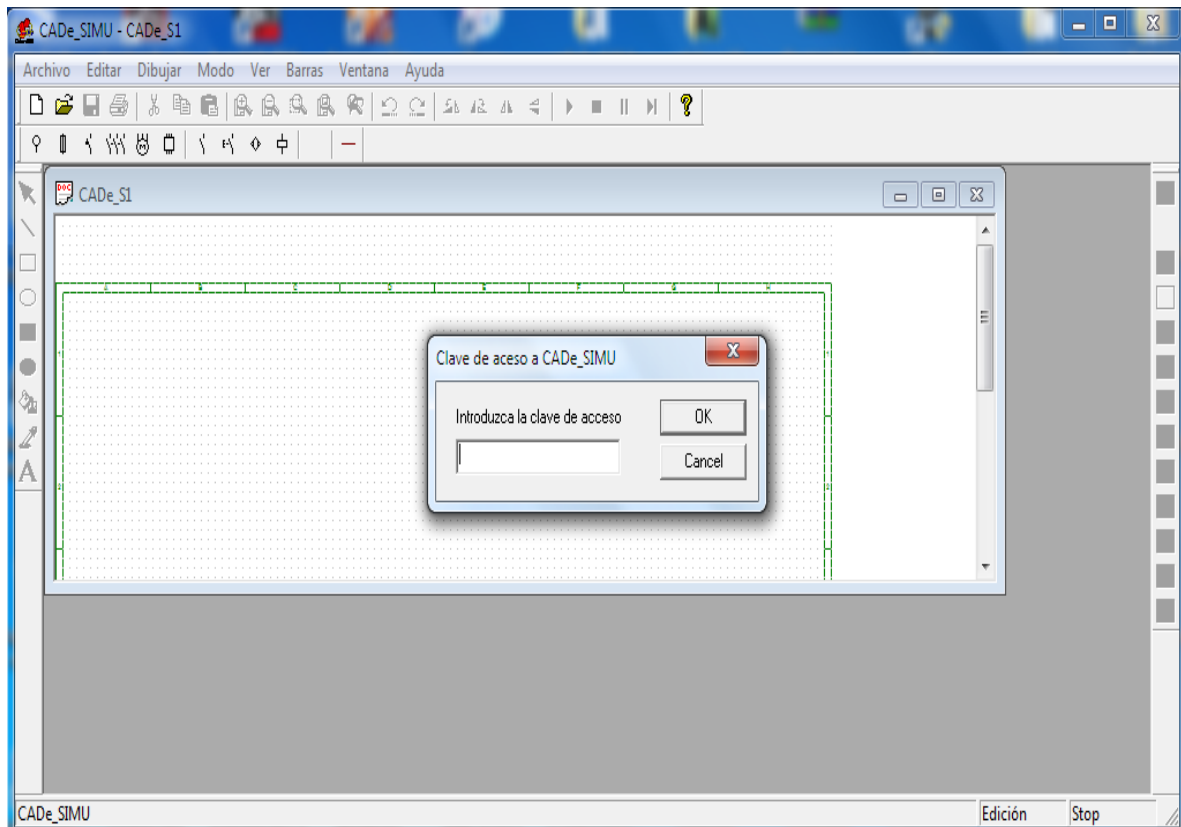
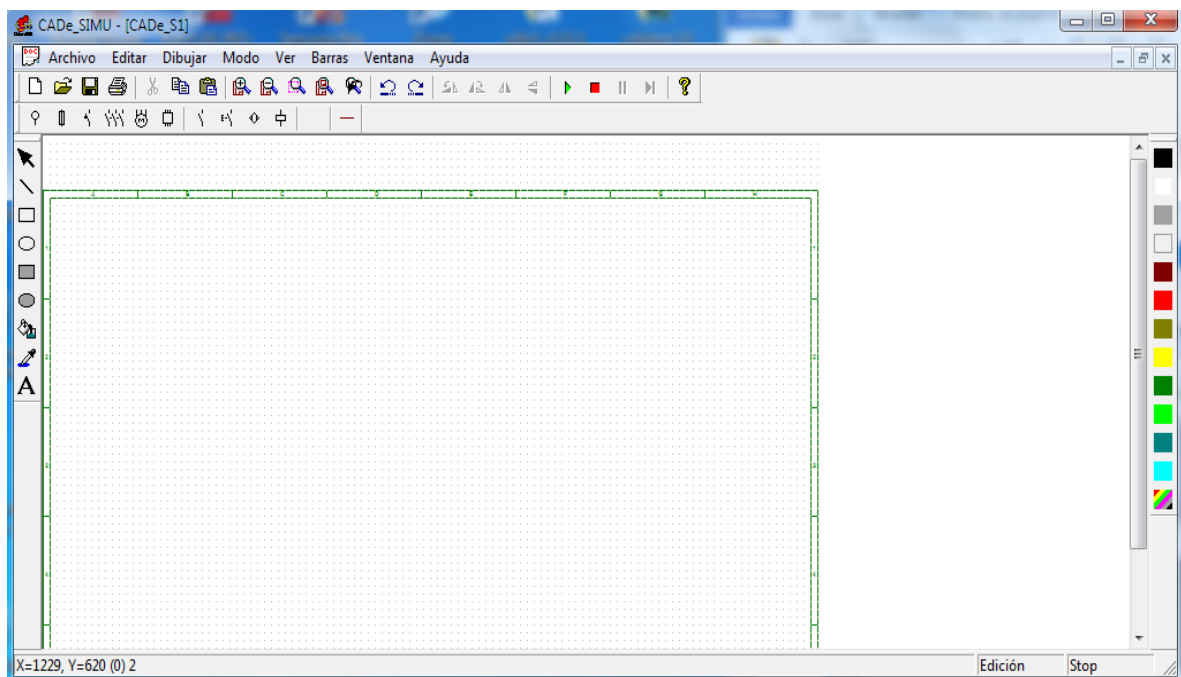


Figura : Interfaz del programa CADe-SIMU

Inicio del programa , introducir clave 4962 (Importante si no introducimos clave no permitira guardar el programa diseñado.

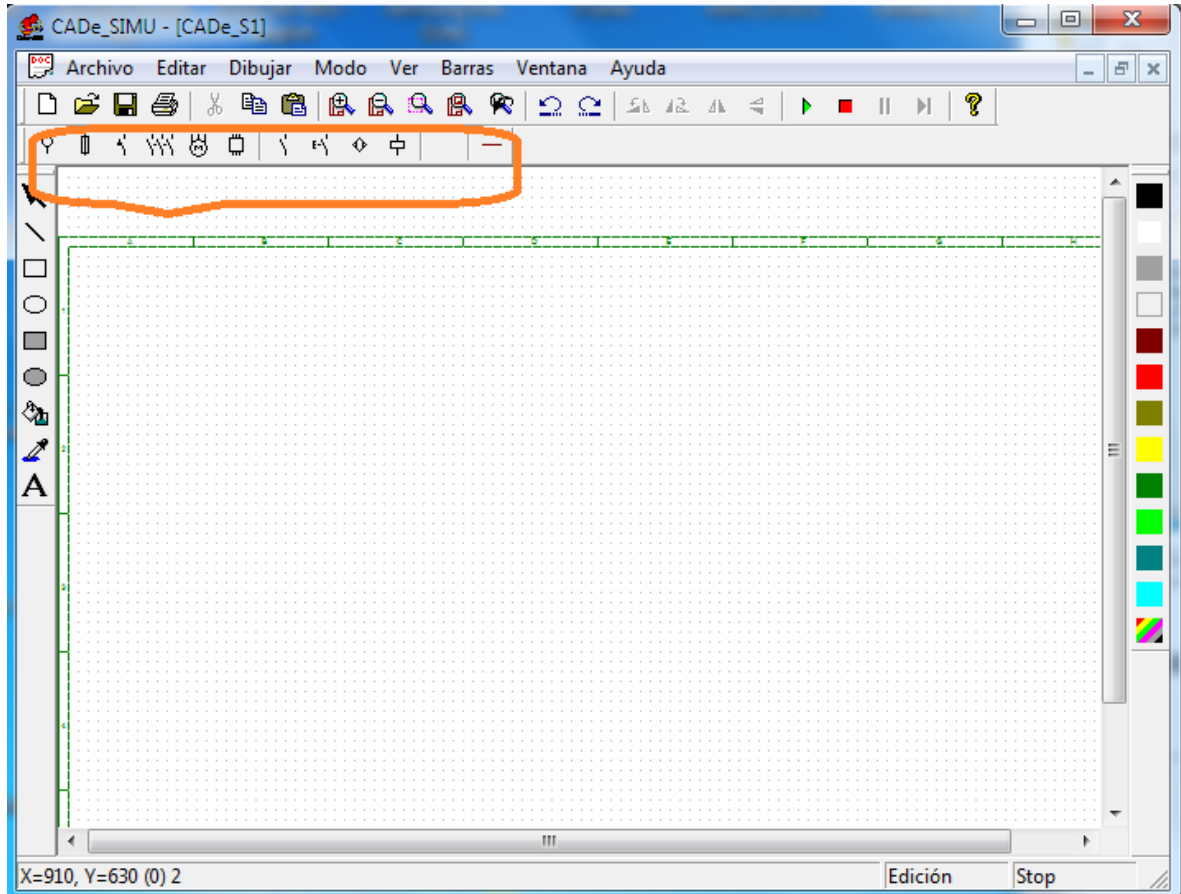


Listo para editar o simular el automatismo electrico de la maquina



Propuesta del sistema eléctrico del control automático de un sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado HVCA en la industria Conne Dennin

En la seccion seleccionada tendremos distintos componentes agrupados por categoria. Al pulsar sobre ellos se desplegaran en la parte inferior los distintos simbolos de los elementos de cada categoria.



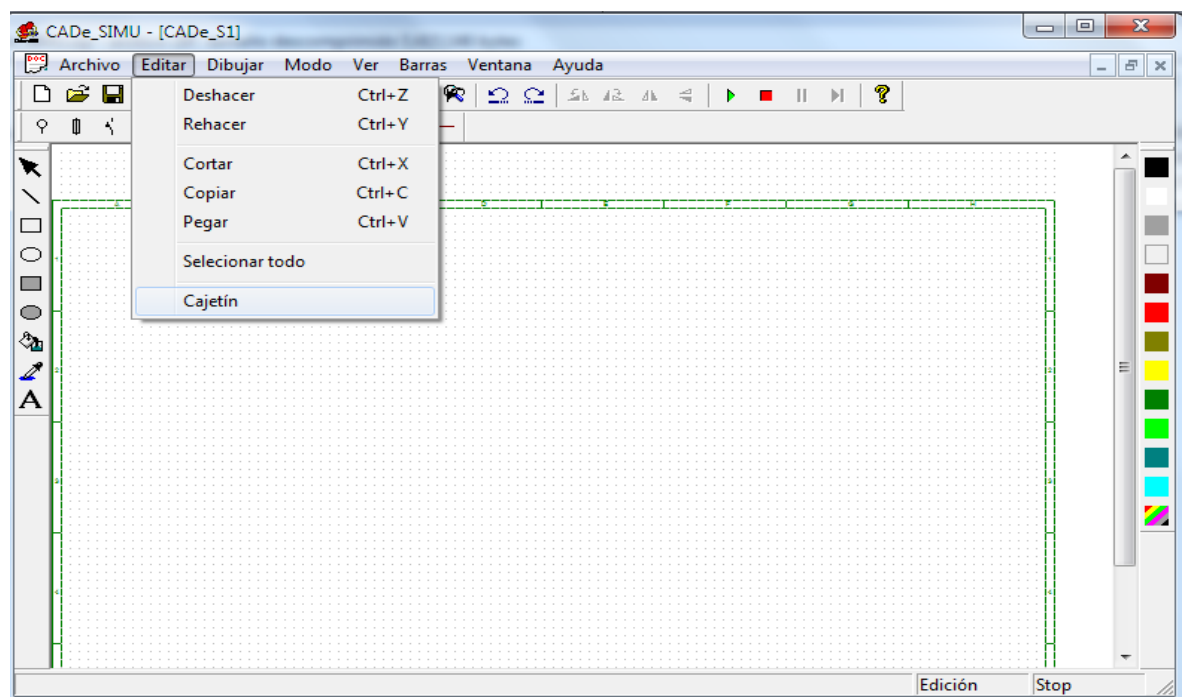
Las distintas categorias podemos verlas desplegadas en la pagina siguiente .
pasando el cursor por encima del componente , nos aparecera una descripcion del mismo .

Para insertarlo , bastara con pulsar sobre el y desplazar el cursor hasta el área de dibujo.

Simbolos de componenetes



En el menu de edicion podemos insertar los datos del esquema del cajetin.



Este programa simula el funcionamiento de los esquemas , es necesario alimentar y conectar correctamente todos los componentes àra que la simulacion funcione de forma adecuada.

El marcado de los componenetes es muy importante , ya que todo lo que este identificado con el mismo nombre actuaran de modo simultaneo.

Se selecciona cada componente y se situaran en la zona donde lo queramos insertar , despues se identificaran en el esquema .

Ejemplo de un diseño electrico

VIII. Descripción del sistema propuesto

A continuación se describe la propuesta para el sistema HVAC, él fue diseñado en el software CADESIMU, en el cual se describe su funcionamiento y sus respectivos Diagramas de fuerza y mando.

Diagrama de fuerza

Los circuitos de potencia son aquellos elementos que hacen de alguna manera el trabajo duro, puesto que son los encargados de ejecutar las órdenes dictaminadas por el circuito de mando.

Este tipo de circuito se caracteriza sobre todo por trabajar a tensiones superiores 230 V y más, en corriente alterna principalmente. Los circuitos de potencia se representan en los esquemas de potencia, donde se incluyen una serie de elementos. Entre los más representativos se encuentran: Fusibles, Interruptores tripolares, Contactores, Relés térmicos y Motores.

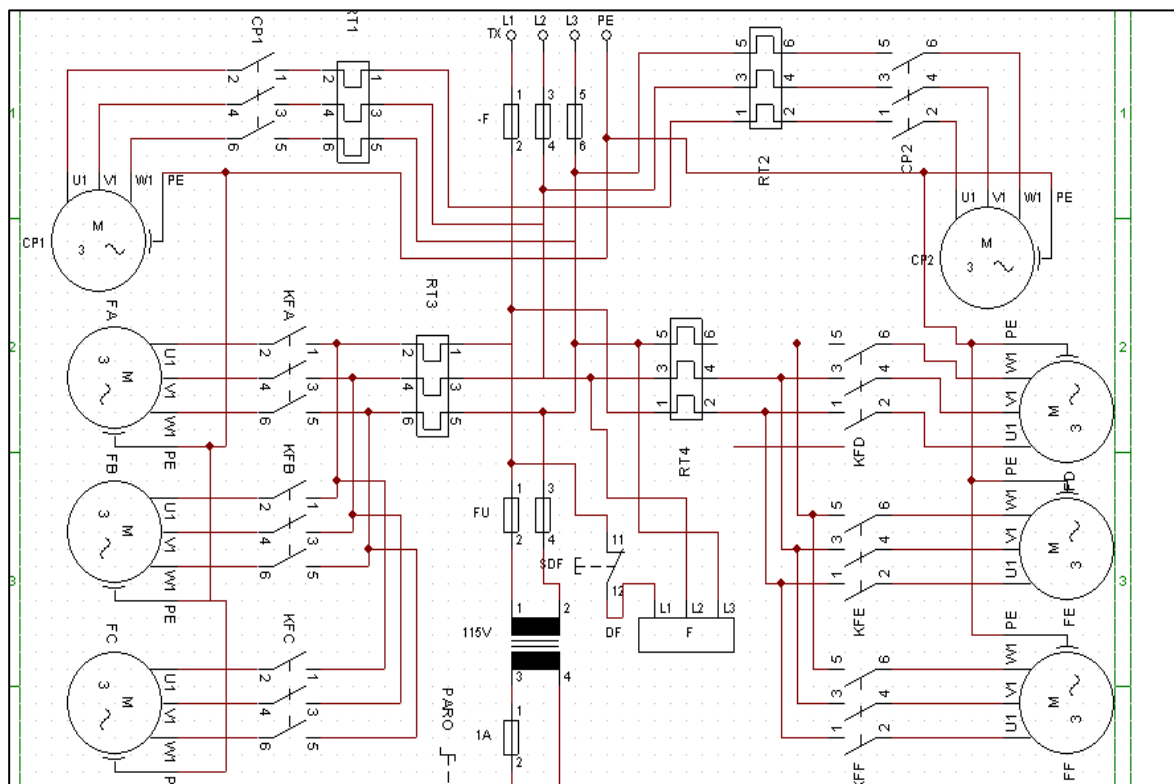
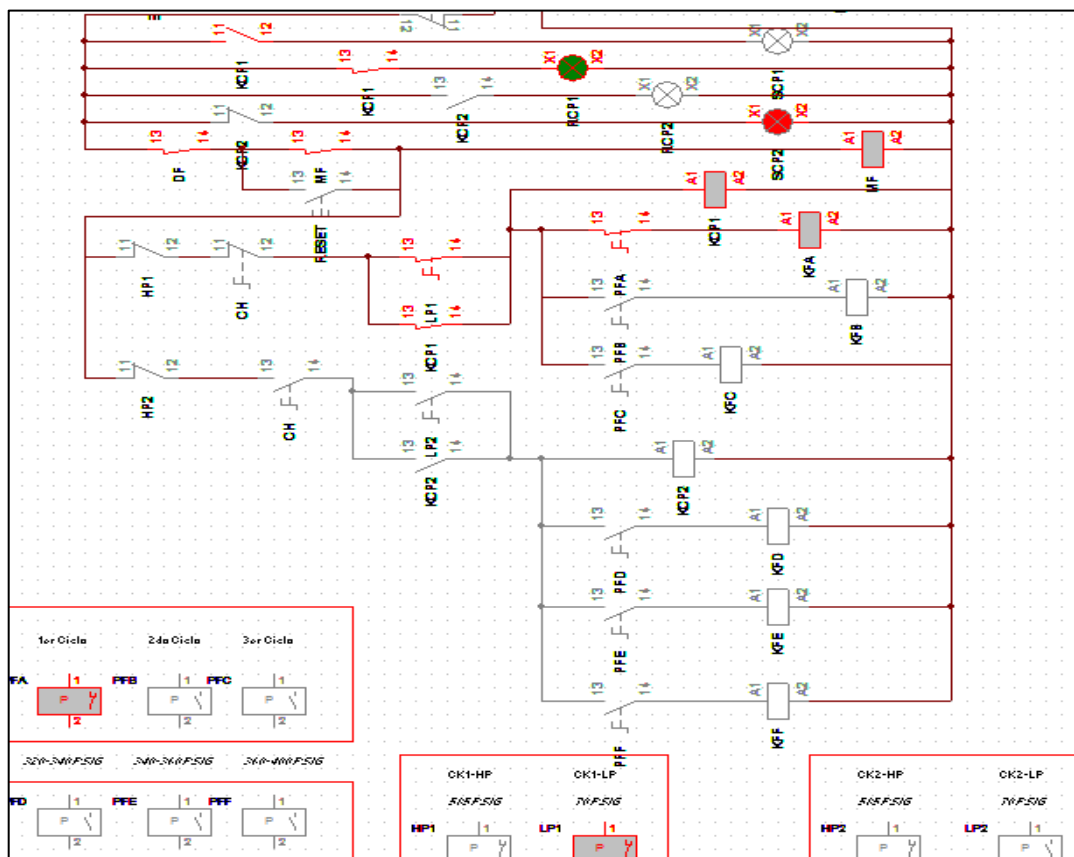


Diagrama de mando

En el circuito de mando se representa la lógica cableada del automatismo y en él se incluirán los equipos que por un lado reciben la información de los distintos elementos de captación. Los mandos manuales deben proporcionar un control sobre la maquinaria que se desea controlar (En nuestro caso el muelle de carga y la cortina), pero siempre teniendo en cuenta que lo primordial es mantener asegurada la seguridad de los operarios que la controlan.

Como los circuitos de mando realmente son un manejo de los circuitos de potencia pero a distancia, esta circunstancia evitará que los operarios que controlan un proceso tengan que efectuar desplazamientos innecesarios.

Los circuitos de mando se representan en los esquemas de mando, donde se pueden incluir gran cantidad de elementos. Entre los más representativos tendremos: Fusibles, Protecciones térmicas, Pulsadores de marcha y paro, Relés, Temporizadores. Señalizaciones, Sensores, etc



Descripción de los contactos

RT1= Rele Termico #1
RT2= Rele Termico #2
KCP1= Contactos CP1
KCP2= Contactos CP2
CP1= Compresor #1
CP2= Compresor #2

RT3= Rele Termico (Circuito 1)
KFA= Contactos FA
FA= Fan A
KFB= Contactos FB
FB= Fan B
KFC= Contactos FC
FC= Fan C

RT4= Rele Termico (Circuito 2)
KFD= Contactos FD
FD= Fan D
KFE= Contactos FE
FE= Fan E
KFF= Contactos FF
FF= Fan F

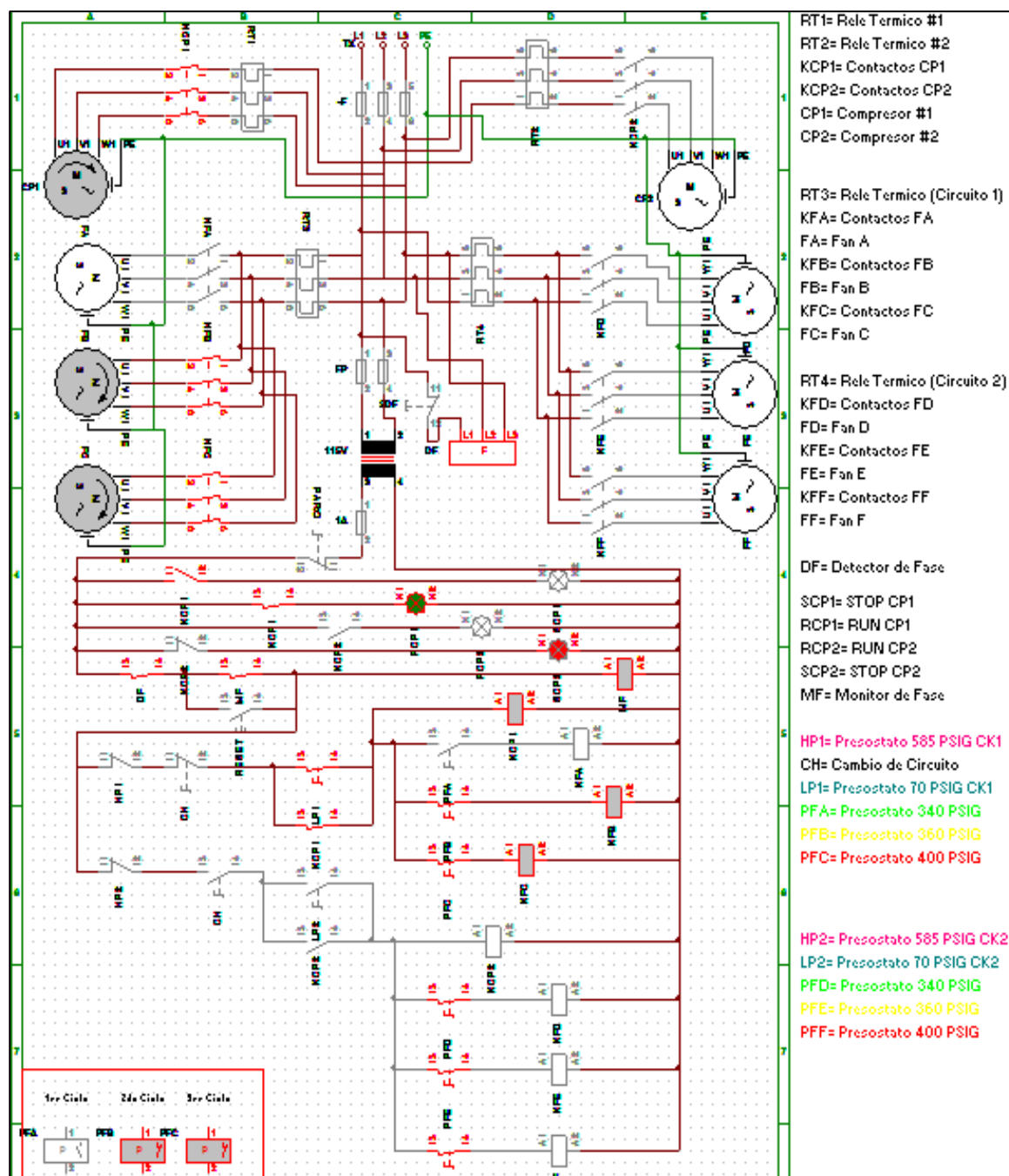
DF= Detector de Fase

SCP1= STOP CP1
RCP1= RUN CP1
RCP2= RUN CP2
SCP2= STOP CP2
MF= Monitor de Fase

HP1= Presostato 585 PSIG CK1
CH= Cambio de Circuito
LP1= Presostato 70 PSIG CK1
PFA= Presostato 340 PSIG
PFB= Presostato 360 PSIG
PFC= Presostato 400 PSIG

HP2= Presostato 585 PSIG CK2
LP2= Presostato 70 PSIG CK2
PFD= Presostato 340 PSIG
PFE= Presostato 360 PSIG
PFF= Presostato 400 PSIG

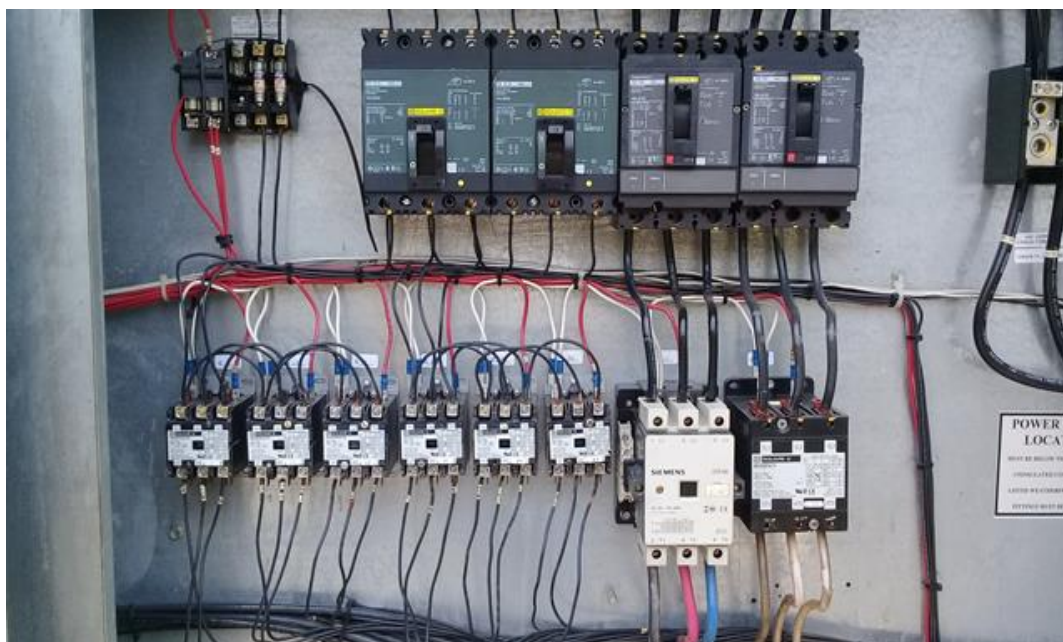
Plano de Conjunto



El diseño a presentar consta de dos compresores y seis unidades ventiladoras, la figura muestra las unidades de los compresores.



De esta otra manera se presentaría el nuevo sistema eléctrico de mando del control propuesto



IX. Conclusiones

La importancia de emplear un Sistema de Aire Acondicionado por refrigeración con agua helada, refiere a aquellos sistemas donde el recorrido de la refrigeración es extenso. Ej: Edificios.

En este proyecto se empleó el software CADE SIMU ya que en estas aplicaciones de automatización del sistema HVAC, dichas software incorporan herramientas y software destinado específicamente a estos procesos.

Además se logró estudiar la teoría sobre lo sistema de Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado así como lo procesos que lo conforman.

Se logró diseñar la propuesta de planos eléctricos y esquemas eléctricos del sistema HVAC.

Al menos también se estudiaron los elementos de control y protección de sistemas eléctricos automatizados y los elementos de Monitoreo y Sensado de un sistema HVAC.

X. Bibliografía

- OGATA, Katsuhiko. Ingeniería de Control Moderna. Segunda Edición. Año 1996. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A.
- Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005. Pág 382, 389, 452, 458.
- Andover Continuum CyberStation. HVAC Essentials Guide. T.a.c. by Schneider Electric. Fecha de Consulta: 01/Nov/2010.
- ROLDÁN VILORIA José. Motores Eléctricos Automatismos de Control. Editorial Paraninfo. Madrid. 1989.
- FITZGERALD A. E. Máquinas Eléctricas. Editorial Mc Graw-Hill. México. 1986.
- INC., ATLANTA, GA. Capítulo de la ventilación y de la infiltración, volumen de los fundamentales del Manual de ASHRAE, ASHRAE. Año 2005
- ALTHOUSE, TURNQUIST, Y BRACCIANO. Refrigeración moderna y aire acondicionado. Décimo Octava Edición. Año 2003. Editor de Goodheart-Wilcox.
- El Libro de Oro del Aire Acondicionado, Carrier Corporation, 2001
- Fundamentals, 2001 ASHRAE Handbook
- HVAC Applications, 1999 ASHRAE Handbook.
- HVAC Controls: Operation & Maintenance, Guy W. Gupton, Jr. Publicado por: The Faimont Press, Inc., 1996
- Fundamentals of HVAC Systems Publicado por: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., 2005